



Escuela de Economía y Finanzas

Documentos de trabajo

Economía y Finanzas

Centro de Investigación
Económicas y Financieras

No. 14-25
2014

**APT - evidencia empírica en el análisis del ROA en
una empresa de servicios públicos domiciliarios de
acueducto y alcantarillado**

*Cardona, Raúl A.; Velásquez, Ermilson; Vidal, Tatiana M.;
Escobar, Raúl A.*

APT - EVIDENCIA EMPÍRICA EN EL ANÁLISIS DEL ROA EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Raúl Armando Cardona Montoya¹

Ermilson Velásquez Ceballos²

Tatiana María Vidal Gutiérrez³

Raúl Alberto Escobar Orrego⁴

Agosto 2014

Resumen:

Con la metodología APT desarrollada por ROSS, se evaluó la Rentabilidad del Activo - ROA para una empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado del departamento antioqueño. El sector de los servicios públicos domiciliarios de aguas es de naturaleza monopólica y el método de valoración del costo de capital empleado para determinar las tarifas de las empresas que participan en éste, se encuentra regulado por un órgano del Estado colombiano.

Este trabajo pretende evaluar una alternativa diferente o complementaria al método CAPM empleado por el regulador, para encontrar el costo de capital que refleje las características de este mercado en Colombia. Para lograrlo, en este artículo se incorpora el método de componentes principales como medio de reducción de 19 variables observadas que se agrupan en diversas categorías: macroeconómicas, financieras y técnico operativas de la empresa analizada. A partir de los datos se modelo el ROA, estableciéndose de los resultados alcanzados que cinco componentes determinan la rentabilidad del activo de la empresa analizada, destacándose de ellas la cobertura geográfica y el rendimiento Operativo.

¹ Economista, Universidad de Medellín. Especialista en Finanzas y Maestría en ciencias de la Administración, Universidad EAFIT y Candidato a Doctorado en administración. Contacto: rcardona@eafit.edu.co

² Doctor en Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia. Docente de tiempo completo Universidad EAFIT. Contacto: evelas@eafit.edu.co. Asesor del Trabajo

³ Economista, Universidad de Medellín. Especialista en Finanzas, Universidad EAFIT. Magíster en Administración Financiera. Contacto: tvidalg@eafit.edu.co

⁴ Contador Público, Universidad Autónoma Latinoamericana. Especialista en Impuestos, U de M, Especialista en Finanzas, Universidad EAFIT. Magíster en Administración Financiera. Contacto: raulscobaro@hotmail.com

Palabras Clave: Tasa de Descuento, Capital Asset Pricing Model (CAPM), Modelo de Arbitraje de Precios – APT, Rentabilidad del Activo – ROA.

Clasificación JEL: G11

Abstract

Using methodology developed by ROSS, the Return on Assets - ROA was assessed for a firm of public utilities for water and sewer department of Antioquia. The public utilities sector of water is monopolistic nature and the method of valuation of the cost of capital used to determine the rates of the companies involved in this, is regulated by an agency of Colombia.

This paper evaluates a different or complementary alternative to the CAPM method used by the regulator to find the cost of capital that reflects the characteristics of this market in Colombia. For achieving this goal, in this paper the method of principal components is incorporated, reducing 19 observed variables that are classified into various categories: macroeconomic, financial, technical and operating of the company studied. From the data, it was established the results achieved in five components that determine the profitability of the assets of the company analyzed, highlighting the geographical coverage and operational performance.

Keywords: Discount rate, Capital Asset Pricing Model (CAPM), Arbitrage Pricing Theory- APT, Return On Assets- ROA.

JEL code: G11

INTRODUCCIÓN

La importancia de la teoría de las finanzas corporativas se relaciona con el objetivo financiero de agregar valor, para lo cual se utiliza la tasa de descuento en el cálculo del EVA, la valoración de empresas y para la toma de decisiones de inversión. La metodología que el regulador utiliza actualmente para calcular el costo de capital empleado en la metodología tarifaria es el Capital Asset Pricing Model (CAPM), el cual contempla diferentes variables de manera agregada que involucran los riesgos propios

del sector de los servicios públicos domiciliarios, pero no los riesgos inherentes de las empresas.

También es preciso mencionar que este sector se caracteriza por tener unos costos de inversión muy elevados dado que son altamente específicos y que por su naturaleza se consideran costos hundidos como es el caso de las redes, que además son recuperados en plazos muy largos. Lo que se observa en la regulación del país es que no se encuentra muy estudiada una metodología para calcular la tasa de descuento, la cual debería reflejar el riesgo de la inversión a realizar con elementos tales como: el costo de la deuda, el costo de los fondos propios o el costo de oportunidad y los riesgos operacionales, que son componentes del riesgo inherente al proyecto.

Con este trabajo se pretende evaluar una alternativa que permita calcular el costo de capital empleado en las tarifas de las empresas del sector por medio de la metodología APT, mediante la valoración cuantitativa del ROA, estimado por medio de variables macroeconómicas, financieras e indicadores operacionales y financieros de las empresas, que pueden influir en la rentabilidad del activo de forma que en términos regulatorios se pueda enviar una señal de eficiencia en su estructura financiera, tanto a las empresas como al ente regulador.⁵

Para emplear la metodología APT se escogió una empresa del sector que cumpliera con las características necesarias requeridas por el modelo. Adicional a ello se involucraron 24 variables de naturaleza: macroeconómica, técnica, financiera y operativa, las cuales se fueron reduciendo paulatinamente dependiendo de la conveniencia o no de incluirlas dentro del modelo final. Para estimar la regresión se utilizó el análisis de componentes principales, el cual arrojó un total de 5 componentes que en su conjunto recogen las características del total de variables.

1. CONTEXTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

⁵ Documento de trabajo. Definición de la tasa de descuento aplicable a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. CRA. Julio de 2010. Pág. 4

El sector de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado se considera un monopolio natural, debido a las grandes inversiones requeridas en infraestructura y a la incorporación de procesos. Para el caso colombiano, la Constitución Política establece que los servicios públicos son una finalidad importante para el Estado, el cual, debe asegurar su prestación con calidad y continuidad. Esto se ha logrado con la incorporación de inversiones provenientes de los recursos del Sistema General de Participación⁶, entre otros.

No obstante, a lo largo de estos años se ha encontrado que los recursos han sido manejados en forma inadecuada, debido a aspectos que tienen relación entre otros, con: planes de inversión desarticulados de los planes de las empresas prestadoras; los recursos se han desviado del sector; las inversiones han sido dispersas e incompletas debido a la segmentación de los recursos; así mismo, existen asimetrías y atomización en la distribución geográfica de los mismos con relación a las necesidades reales.

A la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento (CRA) le fueron otorgadas las facultades para establecer las fórmulas conducentes a la fijación de las tarifas⁷. Dentro de la metodología tarifaria existe un componente de inversión evaluado con una tasa de descuento que remunere el capital invertido en el tiempo, este componente es el que recibe más peso dentro de la estructura tarifaria. La misma Comisión tiene la tarea de fijar el valor de la tasa de descuento, la cual ha sido calculada mediante la metodología CAPM.

No obstante, debido a que no es posible que todas las inversiones necesarias para dar cumplimiento a los indicadores de cobertura, continuidad y calidad de los servicios sean cubiertas por el prestador a partir de tarifas, el gobierno ha intervenido directamente a través de recursos públicos.

⁶Reglamentados por la Ley 1176 de 2007. Estos recursos deben ser destinados exclusivamente en tres frentes: pago de deuda en el sector, inversiones y subsidios.

⁷ Resolución 4 de 1993 Numeral 11 y Numeral 1 art 73 de la Ley 142 de 1994.

El principal incentivo para el crecimiento de las empresas del sector es su sostenibilidad de largo plazo, lo cual se traduce en que puedan cubrir los costos de capital invertido y que además generen utilidades. La remuneración en el sector está determinada por el valor base de los activos que son regulados, esto hace que el ROA genere discrepancias, debido a que las inversiones tienen la mayor ponderación entre los componentes de la tarifa, y no es común encontrar en los diferentes sectores de la economía que los activos sean tan determinantes, cuando se evalúa su peso en la generación de rentabilidad.

Dada la magnitud de las inversiones requeridas, aún existen muchos municipios con deficiente prestación de estos servicios. Es por ello que el gobierno nacional continúa interviniendo con su política económica con el objetivo de mejorar la prestación de los servicios en término del cumplimiento de los indicadores de calidad y cobertura. Uno de los mecanismos ha sido el incentivo a desarrollar empresas con esquema regional.

Sin embargo, surge un interrogante: ¿Es acorde la metodología aplicada para llegar al costo de capital con el verdadero riesgo que se asume al entrar en estas regiones vulnerables? Es decir, ¿Es la metodología aplicada acertada en la determinación del costo de capital o es necesario tener en cuenta diversos factores de riesgo sistémico y no sistémico?

2. MARCO TEORICO

A través del tiempo, las finanzas han desarrollado modelos matemáticos que le han permitido al Inversionista cuantificar en términos absolutos la compensación existente entre el rendimiento de un activo y el riesgo inherente a éste, sobre los cuales continúa la discusión en sus supuestos y aplicaciones. Estos avances científicos dieron lugar a diferentes teorías financieras que determinaron modelos de fijación de precios de equilibrio.

Markowitz (1952, 1959), desarrolla la teoría de Cartera o comúnmente mencionado de portafolio de inversiones, conformada por una determinada combinación de activos financieros adquiridos por una persona natural o jurídica; una de las características principales es que recoge de forma explícita los rasgos fundamentales que se puede calificar como conducta racional del inversionista, buscando aquella composición de la cartera que haga máxima la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo o el nivel mínimo de riesgo, dada una determinada rentabilidad. La conclusión es que si la correlación entre la rentabilidad de los activos es perfecta y negativa, la diversificación puede hacer desaparecer completamente el riesgo de la cartera y su rentabilidad viene dada por el punto de equilibrio.

Posteriormente llega Tobin (1958) con la teoría del equilibrio de mercado de capitales, donde estudia la preferencia por la liquidez como conducta frente al riesgo. Adiciona al modelo de Markowitz la posibilidad de invertir una parte de su presupuesto a la compra de activos sin riesgo, ofreciendo también la posibilidad de invertir en valores con riesgo mediante financiación. Tobin demuestra que un inversionista puede obtener una mayor rentabilidad invirtiendo una parte de su dinero en un activo libre de riesgo y otra parte en un activo o cartera con riesgo.

Más adelante Sharpe (1963) y posteriormente perfeccionado por Lintner (1965), entre otros.– estudiaron la rentabilidad de un activo financiero, en función de dos tipos de riesgo: uno propio que depende de las características específicas de la entidad emisora, al cual se le conoce como "No Sistemático o diversificable"; y un segundo tipo de riesgo llamado "Sistemático o de Mercado o no diversificable", que no depende de las características individuales del título, sino de otros factores económicos y financieros que inciden sobre el comportamiento de los precios en el mercado de valores. Según este modelo, el rendimiento de un activo financiero es una función lineal del rendimiento de la cartera de mercado, del rendimiento libre de riesgo y del beta, que explican el rendimiento del activo versus el del mercado. Llamando a esta teoría "Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital – CAPM.

Fama y French (1996) complementan el método CAPM, añaden más factores y argumentan que muchas de las anomalías de los retornos promedios de éste están relacionadas y que ellas son capturadas por este modelo; establece que el retorno esperado de una cartera en exceso de la tasa libre de riesgo es explicado por la sensibilidad de su retorno a tres factores que son: el rendimiento de la cartera de mercado que es el contemplado en el CAPM, el rendimiento de una cartera por tamaño (medido como la capitalización bursátil); y el rendimiento de una cartera por crecimiento. Estos autores argumentan que si las acciones están racionalmente valoradas, las diferencias sistemáticas en los retornos promedios se deben a: diferencias en el riesgo con valoración racional, al patrimonio bursátil y a la razón patrimonio contable; lo cual sería una aproximación a la sensibilidad a factores comunes de riesgo en los retornos. Concluyen que las compañías que son pequeñas o tienen una relativa alta razón patrimonio contable a patrimonio bursátil tienden a tener un comportamiento económico y financiero más débil que las compañías con características opuestas.

Sin embargo, Stephen A. Ross (1976) ya venía con la idea de incluir más factores y explica la diferencia del rendimiento entre los activos en función de la sensibilidad que los mismos tienen ante un conjunto de factores económicos. El rendimiento del activo se utiliza para calcular su precio de equilibrio. El APT (Arbitraje Pricing Theory) es un arbitraje de las expectativas y trabaja bajo dos premisas importantes: la primera, es que debe haber competencia perfecta en el mercado y, la segunda, que el número de activos debe ser mayor al número de factores.

Si bien los factores no están determinados por el modelo, Chen, Roll y Ross (1986) presentaron cuatro factores macroeconómicos con una fuerte incidencia de predicción para los rendimientos de los activos: Inflación, PIB, bonos del estado y cambios no anticipados en el tiempo de espera deseado por los inversionistas; estas variables fueron seleccionadas porque las mismas son utilizadas en las valoraciones por descuento de flujos de caja, también se han empleado otros factores como; cambios en

Producto Nacional -GNP y la tasa de interés; Elton et al. (1994) y Fabozzi (1999) introducen como factores: la sensibilidad a los cambios en el mercado internacional, indicadores financieros, indicadores accionarios, variables macroeconómicas y del sector económico los impactos de sucesos en la gestión de la compañía.

El modelo se puede sintetizar así:

$$R_{\text{actual}} = R_{\text{esperado}} + M + e$$

Dónde:

- M = es riesgo sistemático del mercado; y
- e = es épsilon, el riesgo específico de la compañía o del proyecto. Si $e > 0$, mejor desempeño de la firma que el esperado o anticipado o pronosticado; si $e < 0$, peor desempeño de la firma que el esperado o anticipado o pronosticado.

A veces, el riesgo específico tiene características especiales para una industria, se le llama riesgo idiosincrático (ejemplo las petroleras).

Antecedentes de la aplicación del APT en empresas del sector de servicios públicos

Con respecto a casos realizados en el sector de servicios públicos domiciliarios con la metodología APT, se pueden citar tres estudios:

El primer caso, desarrollado por Pettway y Jordan (1987), analiza la generación de retorno de capital en las acciones de la industria de servicios públicos, por medio de un análisis comparativo entre el CAPM y el APT, basados en el caso de Bower, Bower y Logue - BBL (1984). Los datos constan de carteras de rendimientos semanales de 104 empresas, que van desde el 2 de enero de 1969 hasta el 31 de diciembre de 1979, en las industrias de transporte eléctrico, gas natural y distribución. Concluyendo que existen diferencias significativas de clasificación, y que existe una problemática entre los modelos APT y CAPM cuando se aplican a los rendimientos de las empresas

eléctricas versus gas natural, y que, los errores del modelo CAPM son siempre más grandes que los del modelo APT.

El segundo caso, Goldenberg y Robin (1991) estiman el costo de capital en las empresas del sector eléctrico mediante las metodologías CAPM y APT. Los autores parten de una muestra de 31 empresas del sector, que cotizan en New York Stock Exchange (NYSE), tomando datos desde 1972 hasta el año 1982. Para calcular el costo de capital del año 1983 utilizan el método estadístico APT, que les permite producir estimaciones significativamente diferentes en función del número de factores especificados.

Según los autores el CAPM ha sido la base teórica preferida para estimar el costo de capital social de los servicios públicos regulados; sin embargo, además de los problemas empíricos que hacen difícil su aplicación⁸, el método APT se convierte en una alternativa viable al CAPM para estimar el costo de capital de empresas reguladas. Los autores concluyen la investigación sugiriendo que los factores estadísticos APT proporcionan una mayor equidad y más razonabilidad en la estimación del costo de capital en comparación con el modelo de fijación de precios del mercado; además, afirman que la elección de cinco o diez factores influye en los cálculos estadísticos del costo de capital.

El tercer caso, Elton, Gruber y Mei (1994), buscaban determinar las influencias sistemáticas, teniendo presente que el valor de una acción es igual al valor descontado de los flujos de efectivo futuros. El período de tiempo utilizado en este estudio se extendió desde enero de 1978 hasta diciembre de 1990, con 9 empresas de servicios públicos.

Las variables utilizadas en el modelo fueron: rendimientos en los índices de bonos; la diferencia de los rendimientos de bonos gubernamentales a largo plazo en comparación con 30 días de letras del tesoro; el retorno de los bonos de largo plazo de las empresas menos el rendimiento de los bonos gubernamentales de largo plazo; la tasa de inflación; el PNB; la tasa de cambio y el factor residual de los rendimientos en el índice

⁸(Litzenberger, Ramaswamy y Sosin -1980, Roll- 1977, documentan las graves dificultades teóricas que se enfrenta el CAPM como un modelo de equilibrio de precios)

S&P (incluyendo dividendos). Se concluye que los servicios públicos se ven menos afectados por los cambios inesperados en la producción agregada y el tipo de cambio presentes en las sensibilidades más pequeñas.

3. METODOLOGÍA

Con el propósito de analizar el ROA del sector de aguas se realizó una investigación de carácter cuantitativo. El estudio se fundamenta en documentos, publicaciones, artículos, libros y trabajos de investigación.

Para formar el modelo se recopiló información acerca de las variables que pueden influir en la variable dependiente, de acuerdo con la teoría de ROSS y se adicionan variables propias de la empresa como valor agregado de este modelo. Posteriormente se evalúan las variables mediante el análisis de componentes principales que es una metodología estadística para reducir las variables, para finalmente estimar el modelo con los componentes principales arrojados por el análisis.

3.1. Presentación de los datos

Se examinaron 24 variables macroeconómicas, financieras y sectoriales propias de la empresa que están relacionadas con la actividad que desempeña. Con una escala de tiempo diaria, los datos van desde 01 de enero de 2006 hasta el 31 de diciembre de 2011, se logró así un total de 2,191 observaciones. No obstante, para utilizar el método de reducción de variables se utilizaron 19, descartando las demás por concluirse que no impactaban en el ROA de la empresa y que, además, generaban inconsistencias en los componentes principales, por las condiciones especiales del sector al que pertenece. Este análisis se evaluó para hallar 5 y 4 componentes respectivamente. Con cada uno de los análisis elaborados se realizó la respectiva regresión para determinar cuáles de ellos presentaban una mayor aproximación del ROA.

Dentro del contexto financiero, el ROA es una de las más importantes herramientas para la evaluación financiera empresarial, tanto en análisis de negocios como en proyectos en marcha. Este indicador se define como la rentabilidad del activo y mide la ganancia de una empresa por cada peso invertido en activos. Una de las formas de determinarlo es dividiendo la Utilidad Neta por el Activo Total. Las variables explicativas que incorpora el modelo final se describen en el cuadro anexo; en el apartado siguiente se muestra el impacto en la relación de dichas variables con la dependiente, acorde a los componentes que las incluyen.

3.2. Aplicación del modelo de componentes principales

Dada la cantidad de variables independientes se recurre a los análisis de componentes principales. Esta técnica estadística permite la reducción de la dimensión del número de variables, y tiene como objetivo reducirlas a un menor número, generando nuevos componentes independientes entre sí, lo que facilita el objetivo de estimar el modelo APT, que tendrá como variable dependiente la rentabilidad del activo – ROA de la empresa.

Tabla No. 1 Análisis de Componentes Principales

Component Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	9,00624	47,401	47,401
2	2,41181	12,694	60,095
3	1,90061	10,003	70,098
4	1,32206	6,958	77,056
5	1,10117	5,796	82,852
6	0,930431	4,897	87,749
7	0,650987	3,426	91,175
8	0,463059	2,437	93,612
9	0,363363	1,912	95,525
10	0,301741	1,588	97,113
11	0,202182	1,064	98,177
12	0,120822	0,636	98,813
13	0,0831953	0,438	99,251
14	0,0677491	0,357	99,607
15	0,0401061	0,211	99,819
16	0,0172044	0,091	99,909
17	0,0108659	0,057	99,966
18	0,00449946	0,024	99,99
19	0,00190526	0,01	100

Fuente: Construcción propia. Programa statgraphics.

En la tabla No. 2 se encuentra la solución de los cinco componentes, los cuales explican el 82.85% de la varianza de las 19 variables iniciales. El análisis se realizó también para 4 componentes, pero los resultados arrojados no mostraron una relación consistente con la teoría económica de las variables.

Tabla No. 2: Pesos de los Componentes

	Componentes				
	1	2	3	4	5
PIB	0,20156	-0,10956	-0,12808	-0,04907	0,10187
IPC	-0,11254	0,39150	0,09516	0,32549	-0,33913
ICCV	-0,09797	0,32068	0,33704	0,37966	-0,09489
POBLACION_TOTAL	0,32419	0,02409	0,00287	0,06963	0,03993
TASA_DESEMPLEO	-0,08576	0,31509	0,36112	-0,00711	-0,25062
FACTURACION	0,31208	0,07556	0,00333	0,05638	-0,06649
NCLIENTE_ACU	0,32275	0,04859	-0,07288	0,04435	-0,01199
NCLIENTE_ALC	0,31912	0,07408	-0,11769	0,05042	-0,02420
TAR_PROM_ACU	0,28528	0,16966	-0,27075	0,06515	-0,10006
TAR_PROM_ALC	0,12142	-0,28645	0,51682	0,05971	0,30063
CONS_USU_MES_ACU	-0,28507	-0,08887	0,00304	-0,25227	-0,06422
CONS_USU_MES_ALC	-0,27928	-0,08154	0,02525	-0,27464	-0,03610
IANC	-0,10480	0,02001	-0,28375	0,51576	0,41240
COSTOS_GASTOS	0,27615	-0,13433	0,04596	0,13680	-0,08229
EBITDA	0,06833	0,48237	0,00851	-0,36067	0,36653
R_CORRIENTE	-0,23818	0,01399	-0,20598	0,24106	0,23131
RENT_PATRI	0,14006	0,44651	0,05555	-0,28614	0,33155
IND_ENDEUDA	0,24441	-0,11056	-0,05326	-0,16235	-0,40852
DTF	-0,19463	0,17371	-0,48913	-0,08309	-0,22075

Fuente: Construcción propia en el programa Statgraphics.

3.3. Efectos esperados de los componentes principales sobre el ROA

Componente 1: Cobertura (Cob)

El primer componente tiene una mayor relación con las variables: PIB, población total, facturación, número de clientes y consumos de acueducto y alcantarillado y costos. Estas variables hacen referencia a la meta que tiene el gobierno nacional en la Ley 1450 de 2011 de aumentar el indicador de cobertura⁹ es decir, que la población total tenga acceso a los servicios públicos, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, ya que el agua potable es una necesidad de todo ser humano y su disponibilidad aumenta el bienestar de la sociedad que se puede medir a través de los

⁹ La cobertura esta medida por el número de personas que habitan en una localidad

siguientes aspectos: la reducción de la morbilidad y mortalidad, que genera una reducción en los gastos económicos dada la menor incidencia de enfermedades diarreicas agudas y al incremento en el tiempo de producción de los usuarios al estar conectados a este servicio, medido por el costo de oportunidad del tiempo que pueden dedicar a otras actividades.

Las empresas de servicios públicos son las encargadas directamente de dar cumplimiento a esta meta, potenciadas con los aportes económicos del gobierno. Un aumento en los niveles de cobertura está dado por un mayor número de clientes dentro de una empresa los cuales se ven reflejados en la facturación, si bien un mayor número de clientes implica incurrir en gastos y costos adicionales, se espera que esta proporción sea menor al nivel de ingresos. Igualmente los consumos a la baja tienen mucha relación con la conciencia ambiental que se ha promocionado con miras a la conservación del recurso hídrico. Dado lo anterior, se espera que este componente impacte positivamente en el ROA.

Componente 2: Rendimiento Operativo (Rendiope)

El segundo componente hace referencia al rendimiento operativo, tiene mayor relación con las variables: EBITDA y Rentabilidad del Patrimonio. La rentabilidad financiera hace referencia al beneficio o valor económico generado por la empresa a favor de sus accionistas, así: a mayor utilidad o beneficio generado mayor será el rendimiento de los activos generadores de renta (ROA). La teoría financiera cuenta con el modelo de Dupont desarrollado por F. Donaldson Brown (1919), este sistema se considera como una de las razones financieras de rentabilidad más importante en el análisis del desempeño económico y operativo. El modelo reúne el margen neto de utilidades, la rotación de los activos totales de la empresa y de su apalancamiento financiero, este último porque supone que una empresa no cuenta con recursos propios para adquirir sus activos por lo que tiene que acudir al apalancamiento. El margen mide el beneficio obtenido por cada unidad monetaria vendida, es decir, la rentabilidad de las ventas. Weston y Brigham (1994) señalan que el margen de utilidad sobre las ventas, que se calcula al dividir el ingreso neto entre las ventas, permite conocer la utilidad por cada

peso de ventas. La rotación del activo mide el número de veces que se recupera el activo vía ventas, de aquí que sea una medida de la eficiencia en la utilización de los activos para generar ingresos.

Dada la rentabilidad como un beneficio económico, Oscar León García (2003) en su libro *“Valoración de Empresas, gerencia de valor y Eva”*, expresa que el valor agregado para los propietarios no es más que el aumento del patrimonio o de la riqueza de sus accionistas; de ahí su definición de gerencia de valor como una serie de procesos que permiten la alineación de los ejecutivos con el direccionamiento estratégico de forma que las decisiones propendan por el permanente aumento del valor de la empresa, planteando además que toda inversión debe de estar alineada con el propósito de traducir la visión en valor y cumplir con las condiciones que se establezcan en relación con la rentabilidad, capacidad de inversión, endeudamiento y recuperación del capital invertido.¹⁰

Según el informe emitido por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en su estudio sectorial del año 2010, la rentabilidad de las empresas del sector presentó un comportamiento positivo lo que se refleja en su margen EBITDA, en su coeficiente operacional y margen neto, concluyendo que el comportamiento financiero de los prestadores del sector de acueducto y alcantarillado denota sostenibilidad agregada con relación al año 2009.

Componente 3: Precios del servicio y mercado laboral (PSML)

El tercer componente hace referencia a la fijación de precios en el sector de agua potable y saneamiento y el comportamiento del mercado laboral. Las variables que tienen mayor relevancia en este componente son la tasa de desempleo y las tarifas promedio de acueducto y alcantarillado.

La variable tarifas presentó en el periodo 2006 – 2009 un proceso de transición por la incursión de la aplicación de una nueva metodología tarifaria con miras a disminuir los

¹⁰ Oscar León García en su libro *Valoración de Empresas, gerencia de valor y Eva*

precios a los usuarios. Para el caso de la tarifa de acueducto se observó un crecimiento paulatino, dado que las tarifas calculadas fueron mayores a las vigentes, mientras que para la tarifa de alcantarillado se dio un efecto contrario, es decir, la tarifa calculada fue menos a la vigente; sin embargo, del 2009 en adelante mantienen ambas tarifas un aumento por las actualizaciones con el IPC.

El desempleo en el mercado laboral colombiano ha tenido una tendencia a la baja durante el periodo evaluado en este artículo. En la teoría económica una menor tasa de desempleo demuestra un dinamismo en la economía manifestado por el mayor poder adquisitivo de las personas. Sin embargo, para el sector de los servicios públicos que es un bien de primera necesidad, un aumento en los niveles de desempleo genera un impacto menos que proporcional a un aumento en los precios de los servicios públicos domiciliarios. Por tanto, se esperaría que este componente refleje aspectos positivos al ROA reflejados en mayores ingresos para la empresa, dado un aumento tarifario.

Componente 4: Índices de Eficiencia Productiva (IEP)

El cuarto componente está relacionado principalmente con las variables Índice de Precios al Consumidor - IPC, Índice de Costos de la Construcción de Vivienda - ICCV e Índice de Agua no Contabilizada - IANC. El primero refleja los efectos en los costos por el alza en los precios de los productos de la economía, el segundo recoge los aumentos en los costos de los insumos para sector de la construcción, mientras que el tercero, es un indicador de los aumentos en los costos de producción de agua potable; la diferencia radica en que para los dos primeros los mayores precios pueden ser trasladados a la población, mientras que para el caso del IANC, por ser de un sector regulado, solo se permite un porcentaje establecido por las autoridades competentes.

Las tres variables demuestran las ineficiencias productivas ya sea por desbalances en el mercado económico o por deficiencias técnico operativas y comerciales para contrarrestar las pérdidas del agua. Por tanto se esperaría una relación inversa con la variable ROA. Por su parte, el IPC mide el costo de la canasta familiar, aumentos en

este índice impactan en la pérdida de poder adquisitivo de las personas, que luego se pueden ver reflejados en sus niveles de consumo.

El ICCV ha tenido una alta dinámica en los últimos años, debido a la aplicación de políticas gubernamentales como: devolución del IVA a los constructores, beneficios tributarios, cuentas de ahorro para el fomento de la construcción (AFC), microcrédito inmobiliario, entre otros. Así mismo se han logrado incentivos para los compradores tales como: subsidio familiar de vivienda (SFV), fortalecimiento del sistema de financiación de vivienda a largo plazo, cobertura de inflación para créditos hipotecarios, garantías para hogares informales.

El índice de agua no contabilizada corresponde al nivel de pérdidas que pueden ser de dos tipos: en primer lugar de carácter técnico, los cuales se estudian y parametrizan por el RAS2000; y en segundo lugar las comerciales, que corresponden a la diferencia entre el volumen entregado a la salida de la planta y el facturado por el prestador. Para efectos de la metodología tarifaria se acepta un porcentaje máximo del 30% para los dos tipos; sin embargo, para el año 2009 este porcentaje se encontraba en promedio entre 40% y 50%¹¹, lo cual demuestra que la capacidad para llegar a la meta regulatoria no es fácil, dado que el cumplimiento de este indicador exige un nivel de inversiones de acuerdo con el reglamento técnico, que pueden ser por ejemplo, programas de medición y de tipo comercial en el mejoramiento de los procesos de lecturas, facturación y de sistemas comerciales.

Como consecuencias de estas pérdidas, están la reducción de la rentabilidad del prestador, porque se capta y trata mayor agua de la que se factura y adicionalmente aumentan los costos operativos, castigando las utilidades y la disponibilidad de recursos para reinversión; el prestador sólo puede trasladar al usuario hasta un 30% de IANC y por lo tanto debe asumir el porcentaje restante. Según Burbano y Carrasco (2000)¹², este indicador es de suma importancia en la rentabilidad financiera ante la

¹¹ Estudio sectorial 2010 de la Superintendencia de Servicios públicos Domiciliarios.

¹² De Mindesarrollo - INICEF

reducción de costos totales asociados al menor volumen, el aumento de los ingresos al facturar consumos reales y la mayor vida útil de la infraestructura del sistema.

Componente 5: Liquidez (Liq)

El quinto componente hace referencia a la liquidez y tiene mayor relación con las variables Razón Corriente, Índice de Endeudamiento y DTF. Este componente es determinante en el crecimiento de las empresas del sector de acueducto y alcantarillado y en la disminución del “Riesgo de liquidez” que tienen las compañías para el desarrollo normal de su objeto social.

Este componente tiene un efecto directo sobre el ROA, en la medida que existe la capacidad de crear flujos de caja positivos y se genera una dinámica de cobertura capaz no solo atiende oportunamente las obligaciones contraídas a corto y largo plazo, sino de agregar valor a la empresa; esto conduce a un mayor crecimiento económico empresarial, ya que permite realizar inversiones en activos fijos e infraestructura directamente relacionados con la generación de mayor rentabilidad de los activos fijos productivos.

La liquidez debe de estar soportada por una administración basada en el valor de la empresa, tal como lo plantea J. Fred Weston y Thomas E. Copeland, en su libro Finanzas en Administración, donde afirman que todas las decisiones administrativas deben de servir para maximizar el valor de la empresa a favor de sus accionistas.

Según un estudio Sectorial sobre Acueducto y Alcantarillado emitido por la Superintendencia de Servicios Públicos para el periodo 2006-2009, el sector presentaba buena liquidez con capacidad para atender sus compromisos operacionales a corto y mediano plazo, bajos niveles de endeudamiento y en especial composición de la deuda, en su mayoría correspondiente a pasivos de largo plazo usados para atender las Inversiones en infraestructura. Adicionalmente en el informe emitido por la misma entidad para el análisis del 2010, se evidencia un importante crecimiento en los niveles de activos del sector, concluyendo el informe concluía que las inversiones fueron

financiadas a través de endeudamiento de largo plazo, factor que favoreció el flujo de caja de los prestadores de estos servicios.

Para resumir el comportamiento de cada uno de los componentes con la variable dependiente del modelo, se presenta la tabla No. 3.

Tabla No. 3: Signo y comportamiento esperado de los componentes

Componentes	Signo esperado	Tipo de relación con la variable ROA
Cob	Positivo	Directa
Rendiope	Positivo	Directa
PSML	Positivo	Directa
IEP	Negativo	Inversa
Liq	Positivo	Directa

Fuente: Construcción propia

3.4.APLICACIÓN DEL MODELO APT A PARTIR DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

En la regresión del modelo APT se tomó como variable dependiente la rentabilidad de activos de la empresa y como variables independientes los componentes principales descritos anteriormente. El modelo tiene una bondad de ajuste del 89%, lo que indica que el ROA está siendo bien explicado por las variables independientes. Todas las variables son significativas en un 100%.

Tabla No. 4: Estimación del modelo de regresión APT a partir de componentes

Equation: ECU1 Workfile: UNTITLED::Untitled\

ViewProcObjectPrintNameFreezeEstimateForecastStatsResids

Dependent Variable: ROA
Method: Least Squares
Date: 10/31/12 Time: 22:24
Sample: 1/01/2006 12/31/2011
Included observations: 2191

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.079604	0.000309	257.8587	0.0000
COB	0.005965	0.000103	57.97592	0.0000
RENDIOPE	0.019469	0.000199	97.92307	0.0000
PSML	0.002627	0.000224	11.73120	0.0000
IEP	-0.012348	0.000269	-45.98284	0.0000
LIQ	0.014677	0.000294	49.87991	0.0000
R-squared	0.890065	Mean dependent var	0.079604	
Adjusted R-squared	0.889813	S.D. dependent var	0.043530	
S.E. of regression	0.014450	Akaike info criterion	-5.633556	
Sum squared resid	0.456213	Schwarz criterion	-5.617968	
Log likelihood	6177.560	Hannan-Quinn criter.	-5.627859	
F-statistic	3538.058	Durbin-Watson stat	0.033234	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Construcción propia, evaluado en el programa Eviews

De acuerdo con la tabla No. 5, los componentes más relevantes para determinar el exceso de rendimiento del activo en Aguas del Oriente S.A E.S.P son: rendimiento operacional con un 69%, seguido de la cobertura con un 41% y la liquidez con un 35%, dado que estos impactan directamente la predisposición de los prestadores para tomar posiciones más o menos riesgosas en el mercado.

Tabla No. 5: Betas

ROA	Beta
Rendiope	0.694590
Cob	0.411243
Liq	0.353809
IEP	-0.326166
PSML	0.083212

Fuente: Construcción propia, en el programa Stata.

4. CONCLUSIONES

- La modelación coincide con el modelo de ROSS que considera como variable macroeconómica: el PIB, que en el estudio está incluida en el componente de

cobertura y la inflación, que está incluida en el componente de Índice de Eficiencia Productiva.

- Se mostró que el modelo APT puede ayudar a determinar las variables que influyen en el comportamiento del ROA de una empresa y cuales se relacionan con su rentabilidad.
- Los componentes que cuentan con una mayor ponderación para la explicación del exceso de rentabilidad del activo son el rendimiento operativo y la cobertura.
- El modelo APT ha permitido caracterizar el exceso de rentabilidad del activo de una empresa de acueducto y alcantarillado, como lo han hecho anteriores trabajos aplicados en su mayoría en el mercado accionario y con menor evidencia en el sector de servicios públicos - energía y gas.
- El modelo es una aproximación hacia una metodología para determinar la tasa de descuento para empresas del sector.

BIBLIOGRAFÍA

- ANALISIS DE LA FORMACIÓN DE PRECIOS. Teoría de Cartera. 13 de noviembre de 2011, 5:26pm. <http://ciberconta.unizar.es/leccion/fin004/130.HTM>.
- CONSTITUCION POLITICA 1991
- CHEN, R., ROLL, R. y Ross, S. Economic Forces and the Stock Market. *The Journal of Business*, Vol. 59, No. 3, pp. 383 – 403, 1986.
- COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. (2010). Documento de trabajo – definición de la tasa de descuento aplicable a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. (Julio, 2010). Bogotá.
- COMISION DE REGULACION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. (2005). Resolución No 312, 14, Enero, 2005). Por el cual se fija la tasa de descuento aplicable a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. Bogotá.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA. (1994). Ley 142, de 11 de Julio, 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
- CONNOR Gregory y KORAJEZYK Robert. (1992). The Arbitrage Pricing Theory and Multifactor Models of Asset Returns. Working paper # 139.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2007). Consejo Nacional de política Económica y Social Documento No. 3463.
- DYBVIG Philip H. y WARACHKA Mlitch. (2010). Tobin's Q Does Not Measure Performance: Theory, Empirics, and Alternative Measures. http://www.ise.org/Libraries/25year/runnerup_Dybvig_Warachka.sflb.ashx
- ELTON Edwin J, GRUBER Martin J y MEI Juanping. Blackwell, 1994. Cost of Capital Using Arbitrage Pricing Theory: A Case Study of Nine New York Utilities. *Financial Markets. Institutions and Instruments*. Vol 3, No. 3, p. 46-73.
- FABOZZI, Frank (1999). Investment Management. Ed. Prentice Hall. Segunda Edición.
- FAMA, Eugene E. y FRENCH, Kenneth R. (1996). Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies. *The Journal of Finance*. Vol LI, No. 1.

- GARCÍA S. Oscar León. (2003). GERENCIA DEL VALOR - VALORACION DE EMPRESAS Y EVA. Ed. Digital, Express Ltda.
- GOLDENBERG David H. y ROBIN Ashok J. (1991). The Arbitrage Pricing Theory and Cost of Capital Estimation: The Case of Electric Utilities. *The Journal of Financial Research* . Vol. XIV, No. 3. Páginas 181 – 196.
- MARKOWITZ, Harry. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*. 7:1, pp. 77-99.
- MARKOWITZ, Harry. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. Cowles Foundation Monograph No. 16. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- PETTWAY Richard H y JORDAN Branford D. APT VS. (1987). CAPM Estimates of the Return-Generating Function parameters for regulated public utilities. *The Journal of Finance Research*. Vol. X, No. 3. p.13.
- ROSS Westerfield, Jaffe. Corporate Finance. (1999). Chapter 11: An Alternative View of Risk and Return: the arbitrage Pricing Theory. McGraw Hill / Irwin, 5a. Edición.
- ROSS, Stephen A. (1976). The Arbitrage Theory of capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory* 13, p. 341 -360.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS (2011). Informe Sectorial Acueducto y Alcantarillado 2010.
- Teoría de arbitraje de precios: una investigación empírica para la Argentina [Volume 15 of Documento de trabajo // Departamento de Economía y Finanzas, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba](#)
- VALLS Martínez, M.C. Las Modernas Teorías Financieras. Examen de su aplicación a la valoración de sociedades anónimas que cotizan en bolsa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Vol 7, N° 1, 2001, p.37-56.
- HUBERMAN GUR Y WANG ZHENYU Arbitrage Pricing Theory: <http://www0.gsb.columbia.edu/faculty/ghuberman/APT-Huberman-Wang.pdf>
- WESTON J. y Brigham E. (1994). Fundamentos de administración financiera. México: Mc Graw Hill. <http://es.scribd.com/doc/68555650/MODELO-DUPONT>

ANEXOS

Cuadro No. 1: Descripción de Variables

	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	FUENTE
Variables Macroeconómicas	DTF	Porcentaje	Semanal	La Tasa DTF (Depósito a Término Fijo), surge de promediar la tasa de captación a 90 días a través de CDT's de todos los intermediarios del sector financiero. Su importancia está dada por ser un indicador que mide la evolución del costo del dinero en el mercado monetario o de corto plazo; su comportamiento está determinado por variables como la tasa de intervención del Banco de la República, acorde a la inflación, desempeño económico, crecimiento de la demanda del crédito, entre otras.	Banco de la República
	PIB	Tasa de Crecimiento (%)	Trimestral	Es el crecimiento total en términos reales (después de inflación) de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. Incluye la producción generada por nacionales y extranjeros dentro de las fronteras del país y excluye la producción de nacionales residentes en el exterior.	DANE
	IPC	Tasa de Inflación (%)	Mensual	Se refiere a la variación porcentual de la cantidad de unidades monetarias que se acuerda entregar para obtener determinados bienes y servicios, incluidos en la canasta familiar.	DANE
	ICCV	Porcentaje	Mensual	El Índice de Costos de la Construcción de Vivienda, es un indicador de inflación que permite establecer la variación porcentual promedio de los precios de los insumos más relevantes necesarios para la construcción de vivienda, el principal	DANE

	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	FUENTE
				sectores que encadena la producción, el empleo y el consumo del país.	
	Población Total	Número de Personas	Mensual	Número de personas permanentes o residentes habituales que viven en el país. A la fecha y según proyección estadística del DANE proyecta que para el año 2012 existirá en Colombia 46'581.823 personas.	DANE
	Tasa de Desempleo	Porcentaje	Mensual	Es la relación porcentual entre el número de personas que están buscando trabajo (DS), y el número de personas que integran la fuerza laboral (PEA). Esta tasa muestra la razón entre la población desocupada y la población económicamente activa ($TD = D/PEA * 100$).	DANE
Variables Comerciales y Operativas de la empresa de Servicios Públicos- Acueducto y Alcantarillado	Facturación	Pesos	Mensual	Es la cuenta que una persona prestadora de servicios públicos entrega o remite al usuario, por causa del consumo y demás servicios inherentes en desarrollo de un contrato de prestación de servicios públicos.	Empresa de Servicios Públicos
	N° Clientes Acueducto	Número de Personas	Mensual	Un usuario es aquella persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación del servicio público domiciliario, ya sea como propietario del inmueble o como receptor directo del servicio. Este difiere de suscriptor en el sentido de que este último corresponde a aquella persona natural o jurídica que haya celebrado un contrato de condiciones uniformes.	Empresa de Servicios Públicos
	N° Clientes Alcantarillado	Número de Personas	Mensual	Un usuarios de alcantarillado presenta las mismas características que el usuario de acueducto, no obstante existen usuarios especiales que corresponden a los que pretenden descargar a la red de alcantarillado afluentes que contengan cargas contaminantes y/o sustancias de interés sanitario en concentraciones superiores a las que contempla la	Empresa de Servicios Públicos

	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	FUENTE
				autoridad ambiental competente, a estos últimos se les llama usuarios especiales.	
	Tarifa Promedio Acueducto	Pesos	Según cambios por la CRA	El análisis de la tarifa media típica se hizo con base en un consumo promedio de 20m cúbicos. El cálculo de esta tarifa es: $TMT_{ij} = (CF_{ij} / CP_{ij}) + CC_{ij}$	Empresa de Servicios Públicos
	Tarifa Promedio Alcantarillado	Pesos	Según cambios por la CRA	El análisis de la tarifa media típica se hizo con base en un consumo promedio de 20m cúbicos. El cálculo de esta tarifa es: $TMT_{ij} = (CF_{ij} / CP_{ij}) + CC_{ij}$	Empresa de Servicios Públicos
	Consumo m ³ /usuario/mes Acueducto	M ³	Mensual	Consumo Básico el destinado a satisfacer las necesidades esenciales de consumo de las familias, su valor es equivalente a 20 metros cúbicos por usuario al mes. Consumo Complementario (QC). Es el consumo ubicado en la franja entre 20 m ³ y 40 m ³ mensuales y el Consumo Suntuario (QS) Es el consumo mayor a 40 m ³ mensuales.	Empresa de Servicios Públicos
	Consumo m ³ /usuario/mes Alcantarillado	M ³	Mensual	Los consumos del servicio de alcantarillado, están muy ligados a los del servicio de acueducto, debido a que la facturación conjunta entre estos dos servicios se toma el reporte del servicio de acueducto establecido por norma. Este promedio difiere principalmente por el nivel de cobertura de este servicio frente a la de acueducto.	Empresa de Servicios Públicos
	IANC- Índice de Agua no Contabilizada	%	Mensual	Las pérdidas en el sistema de acueducto se da por dos tipos: técnicas y comerciales. Las pérdidas técnicas son establecidas por el RAS 2000 como los niveles máximos de pérdidas. Las pérdidas comerciales se obtienen de la diferencia entre el volumen entregado a la salida de	Empresa de Servicios Públicos

	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	FUENTE
				las plantas de tratamiento y el volumen facturado por el prestador. El porcentaje máximo de pérdidas reconocido por la CRA es del 30%.	
Variables Financieras de la Empresa	Costos y Gastos	Pesos	Mensual	Los gastos, son todas aquellas derogaciones de dinero que no dependen directamente de la prestación de los servicios públicos, tales como gastos administrativos, mientras que los costos son todas las erogaciones que involucran la prestación, tales como los costos por la utilización de las plantas de tratamiento.	Empresa de Servicios Públicos
	EBITDA	Porcentaje	Mensual	Son las utilidades antes de Intereses e Impuestos, Depreciaciones y Amortizaciones. Muestra la capacidad operacional de generar efectivo para cubrir posteriormente gastos financieros (intereses), tributarios (impuestos), depreciaciones y amortizaciones (recuperación de la inversión).	Empresa de Servicios Públicos
	Razón Corriente	Porcentaje	Mensual	Determina la liquidez de la empresa a corto plazo, se determina dividiendo los activos corrientes entre los pasivos corrientes; esta razón nace de la relación que se hace de los activos más líquidos que tiene la compañía con su pasivo a corto plazo. Es un indicador que da muestra de solvencia midiendo la capacidad que posee la empresa para atender los compromisos a corto plazo.	Empresa de Servicios Públicos
	ROE	Porcentaje	Mensual	Rentabilidad del Patrimonio (Return on equity): Es un indicador de rentabilidad que hace relación entre la utilidad neta y el patrimonio neto de la compañía (Utilidad Neta/Patrimonio Neto). A mayor utilidad generada por la empresa mayor será la rentabilidad del capital invertido por los accionistas, así mismo y viceversa.	Empresa de Servicios Públicos

	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	FUENTE
	Índice de Endeudamiento	Porcentaje	Mensual	Relaciona la deuda total con el activo total que se posee, permite conocer el impacto del apalancamiento financiero sobre la rentabilidad del patrimonio; muestra la capacidad de endeudarse en un determinado nivel anticipa posible riesgo financiero de incumplir compromisos de la deuda y si la empresa está operando con un nivel de riesgo alto o bajo ya que a mayor endeudamiento mayor riesgo financiero y por consiguiente del negocio.	Empresa de Servicios Públicos